

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С КОРОТКОЙ ПОЛИМЕРНОЙ ФИБРОЙ

Крюковская С.А.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

65029, Украина, г. Одесса, ул. Дидрихсона, 4

E-mail: s.kryukovskaya@gmail.com

Основу сухих смесей разного назначения, в частности, для наливных самовыравнивающихся покрытий, составляют полимерцементные композиции с полимерной фиброй. Как правило [1], органический компонент – редиспергируемые полимерные порошки (РПП). Наиболее известные из них VINNAPAS®, соединяясь с цементом, образуют высокачественные вяжущие системы, улучшающие технологические свойства смесей, адгезию, прочность при изгибе и другие свойства затвердевших композитов. Кроме РПП, из многих компонентов сухих смесей следует выделить неоднозначно влияющие на свойства эфиры целлюлозы, (необходимые для водоудержания и снижения седиментации) и полимерные волокна (которые вводят для уменьшения усадочных деформаций, повышения прочности, трещиностойкости и износостойкости материала). В данной работе характеризуется влияние этих компонентов на свойства композиций, в которых используется редиспергируемый полимер «нового поколения», действующий как связующее и суперпластификатор.

В эксперименте варьировались следующие факторы: количество (% от массы цемента) полимерного порошка V , 3.9 ± 1.6 (при пересчете на сухую смесь покрывает рекомендуемый производителем диапазон низких дозировок, 1-2%); молекулярная масса метилцеллюлозы ММС (по вязкости водного раствора, мПа·с), 300, 1500, 3000; дозировка метилцеллюлозы МС, 0.25 ± 0.15 ; содержание полипропиленовой фибры длиной 3 мм, F , $0.25 \pm 0.15\%$.

Оставалось постоянным количество цемента и песка (39 и 57 массовых частей на 100 сухой смеси). Подбиралось количество воды W (м.ч. на 100 сухой смеси), обеспечивающее растекаемость растворной смеси 18 см.

Эксперимент выполнен по оптимальному 18-точечному плану 2-го порядка, позволяющему построить 4-факторные квадратичные экспериментально-статистические модели (ЭС) для характеристик технологической смеси и затвердевшего композита. Среди них водопотребность W , прочности при изгибе и сжатии через 3 и 28 суток нормального твердения, соответственно R_{b3} , R_{b28} , R_{c3} , R_{c28} (МПа) и динамический модуль упругости E (ГПа), определяемый по скорости прохождения ультразвука. Модели позволили описать и проанализировать поля свойств в координатах рецептуры. В частности, уровни полей прочности на 3 суток находятся в пределах от 1.2 до 4.2 для изгиба и от 19.9 до 47.9 для сжатия. На 28 суток прочность при изгибе составила 3.5-7 при сжатии 41.6-60 МПа. Эффекты моделей характеризуют определяющее воздействие полимерного вяжущего на структуру композита

и безусловный существенный положительный эффект дисперсного армирования.

Участие РПП со свойствами суперпластификатора приводит к отсутствию отрицательной связи прочности с водой, характерной для цементных композитов. Более того, оценки W и R , полученные по моделям для генерированных в вычислительном эксперименте составов (с помощью алгоритма, описанного, в частности, в [2]), показывают, что при верхних дозировках полимерного «связующего-суперпластификатора» корреляция ранней прочности с W становится существенно положительной. Очевидно, в этой подобласти соотношений компонентов увеличение количества воды приводит к улучшению условий гидратации.

Положительная статистическая линейная связь ранних прочностей при сжатии и изгибе (коэффициент корреляции $r\{R_{c3}, R_{b3}\} = 0.86$, риск отсутствия связи менее 1%), сохраняется после 28 суток ($r\{R_{c28}, R_{b28}\} = 0.55$). Ослабление связи соответствует изменениям распределения напряжений в зрелой структуре затвердевшего композита и ее реакции на сжимающие и растягивающие нагрузки. На это указывает и различие в оценках автокорреляции для R_c и R_b : $r\{R_{c3}, R_{c28}\} = 0.73$, $r\{R_{b3}, R_{b28}\} = 0.54$.

Максимальный уровень рецептурного поля динамического модуля $E_{\max} = 27$ ГПа соответствует верхнему значению содержанию Виннапаса и нижним границам диапазонов трех других рецептурных факторов. Минимуму $E_{\min} = 14.5$ ГПа соответствуют минимальные дозировки всех компонентов при наибольшей ММС. Таким образом, перепад E в пределах области исследуемых составов достигает почти 100%, главным образом, за счет роли РПП, но с учетом количества и молекулярной массы метилцеллюлозы.

Содержание МС и ММС определяют условия образования структуры матрицы, каркаса «волокно-песок», межфазных слоев, именно факторы метилцеллюлозы обуславливают то или иное влияние короткой фибры на формирующуюся структуру композита. При минимальных дозировках «тяжелой» метилцеллюлозы Виннапас и фибра позволяют почти вдвое увеличивать динамический модуль (от 14.5 до 27 ГПа). Наименее благоприятной при формировании упругих свойств оказывается смесь с повышенным содержанием эфира целлюлозы повышенной молекулярной массы.

Предполагается, что по уровню динамического модуля упругости, определяемому неразрушающим методом, можно оценивать прочность материала. Анализ корреляции значений модуля E для 18 композиций и их прочности при сжатии и изгибе через 3 и 28 суток не указывают на наличие значимой связи E с характеристиками прочности. Но это заключение построено на данных о свойствах весьма разных композиций (представляющих разные совокупности). Основания для возможного прогнозирования R по E могут дать анализ и сепарация различных условий структурообразования. Парные выборки любого объема, необходимые для подобного анализа и для построения прогностических уравнений, могут быть иммитированы с помощью полученных ЭС-моделей. Выявить наличие корреляции и существенные различия в связях прочности и модуля упругости в разных рецептурных

зонах и охарактеризовать разные возможности прогноза R по E для разных рецептурных условий позволили статистические испытания на соответствующих локальных полях свойств [2].

Полученные значения коэффициентов детерминации указывают на возможность построения тарифовочных зависимостей разного вида и с разными параметрами для определенных групп смесей. Следует отметить некоторые из выявленных тенденций: нелинейную корреляцию при минимальных концентрациях низкомолекулярной метилцеллюлозы; более слабую корреляцию при повышенных ММС и МС; значимую отрицательную линейную связь E с ранней прочностью (и с $R_{с28}$ в случае минимальных V) при вариации F в составах с «низкими» ММС и МС.

Заключение. Введение до 1% короткой полипропиленовой фибры в сухие смеси с рекомендуемым весьма низким количеством полимерного связующего, обладающего свойствами суперпластификатора, позволяет получить композиты повышенной прочности и пониженной водопотребности. Наибольший эффект, прирост в 3.5 раза в исследованной области рациональных дозировок, получен для прочности при изгибе. Максимум достигается на верхней границе количества фибры (которая вносит наиболее существенный вклад в увеличение прочности), в зоне верхних значений фирменных рекомендаций по VINNAPAS®, при повышенных дозировках метилцеллюлозы «средней» молекулярной массы. Полученные числовые оценки характеризуют влияние количества метилцеллюлозы на условия структурообразования в зависимости от ее молекулярной массы.

Вычислительный эксперимент позволил оценить корреляционные связи водопотребности смесей, прочности при сжатии и изгибе в раннем и 28-суточном возрасте и динамического модуля упругости при разных условиях вариации составов.

1. Карапузов Е.К., Лутц Г., Герольд Х., Толмачев Л.Г., Спектор Ю.П. Сухие строительные смеси. – Киев: Техніка, 2000. – 225 с.
2. Вознесенский В.А., Ляшенко Т.В. ЭС-модели в компьютерном строительном материаловедении. – Одесса: Астропринт, 2006. – 116 с.

ДІЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ГРАФІТУ

Мельник Л.І., канд. техн. наук, Будя Д.О., Біль В.А.

Національний технічний університет України «КПІ»

03056, Україна, м. Київ, пр-т Перемоги, 37

E-mail: budya_daria@ukr.net

Технологічні та експлуатаційні властивості полімерних композиційних матеріалів значною мірою залежать від наповнювача. Більшість полімерних матеріалів є діелектриками, тобто вони здатні до поляризації в електричному